# PROCESAMIENTO POR SOFTWARE DE IMÁGENES OBTENIDAS POR MICROSCOPIA DE FUERZA ATÓMICA

C. Sánchez , M. Arroyave , A.Devia.
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales,
Laboratorio de Fisica del Plasma

**RESUMEN**

Al obtener imágenes de películas crecidas en procesos asistidos por plasma por AFM , estas tienen problemas entre otras de ruido, defectos de plano en el momento del escaneo de la sonda. Estos defectos pueden ser corregidos utilizando el programa Scanning Probe Image Processor( SPIP) el cual tiene algoritmos de corrección de plano y calibración de Z, disminuyendo distorsión de la imagen .

Después de realizar estas correcciones a la imagen, con el programa SPIP realizamos un estudio morfológico de la película. Parámetros como la rugosidad, el cual puede obtenerse sobre toda la imagen o sobre un perfil , otro parámetro de interés es el análisis de granos y partículas, además se puede obtener la dimensión fractal .Este software permite además obtener imágenes en 3D, que ayudan a la interpretación de las imágenes obtenidas.

## INTRODUCCIÓN

La microscopia de fuerza atómica (AFM) es una herramienta que se esta usando ampliamente para examinar la superficie de los materiales. El control de la superficie de los materiales es un permanente desafío en investigación aplicada. Los estudios de la micro estructura superficial de películas delgadas están actualmente dirigidas hacia aspectos morfológicos en conexión con otras propiedades; por ejemplo los análisis de rugosidad en aleaciones de Co-Fe, Co-Ni, y de Ti-TiN reportados por otros autores [1,2]. Existen varios métodos para su determinación, entre ellos los métodos ópticos [3]. Teniendo en cuenta los problemas de distorsión, debido a ruido, impurezas, desgaste de la punta de la sonda, inclinaciones no adecuadas, entre otras, se ve la necesidad de hacer un tratamiento de las imágenes por medio de un software que contenga algoritmos para disminuir los problemas antes mencionados. En este articulo se presentan los resultados preliminares del procesamiento por software de imágenes obtenidas por AFM en películas de Zr/ZrN y TiN producidas mediante la técnica PAPVD(plasma assisted phisical vapor deposition) por arco pulsado.

## EXPERIMENTO

Las imágenes AFM fueron obtenidas en modo de contacto con resolución de 256x256 pixel, sistema de piezobarrido de 5x5 $\mu m^2$ y sonda tipo ultralever de 600 nm de diámetro. Para el procesamiento de las imágenes obtenidas , utilizamos el software SPIP, inicialmente se requiere eliminar las distorsiones por ruido, para lo cual se elige la opción corrección de plano, utilizando un polinomio de grado 3 y también realizamos una calibración Z, esta

asume que la imagen contiene dos alturas dominantes, con los cuales exhibe dos picos medios en un histograma de distribución de alturas; la diferencia de los dos picos refleja el paso de altura y con este se calcula el factor de corrección Z. Continuando con un análisis de perfil el cual nos entrega las alturas vs posición, se determinó la rugosidad sobre este perfil, y también sobre toda la imagen. Otro parámetro determinado fue el número de micro gotas sobre la superficie, por ultimo se genero la imagen en 3D.

**RESULTADOS**

Como resultados obtenidos para la imagen de Zr/ZrN se muestra un histograma de alturas (figura 1) en el cual tenemos el valor paso de altura igual a 15.66 nm, y el factor de corrección 11.49,el perfil se muestra en la figura2, la rugosidad promedio (Ra) para este caso fue de13.3474 nm, y la rugosidad cuadrática media (Rq) fue de 16.4773 nm. Para toda la imagen se obtuvo una rugosidad Ra de 17.9083 nm y una rugosidad Rq de 28.3235 nm. Para el análisis de las micro gotas se utilizo un nivel de detección de 60 nm en Z, ancho mínimo de 4 nm, y longitud máxima de 100 nm; teniendo se como resultado que el número de micro gotas fue 3, con una altura media de 9.58 nm, una altura máxima de 16.9 nm, una longitud 572 nm, y un ancho medio de 308 nm. Podemos observar la distribución de las micro gotas sobre la imagen en la figura 3, también se obtuvieron los histogramas de área y longitud (figura 4); por ultimo tenemos la imagen en 3D (figura 5).

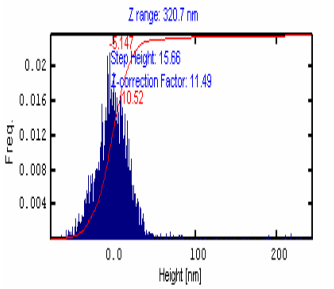



Fig.1 Histograma

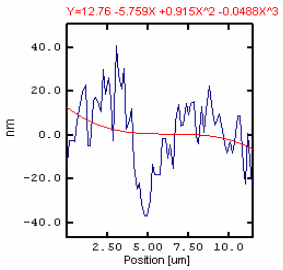



Fig. 2 Perfil

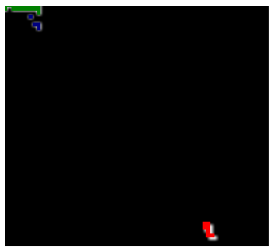
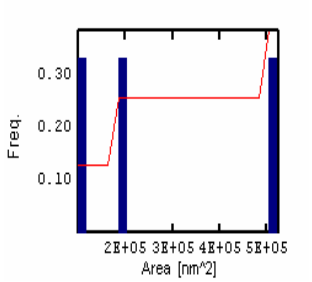


Fig. 3



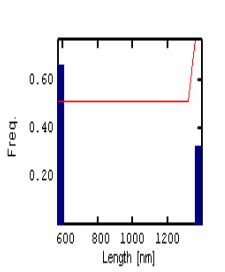




Fig.4 Histogramas de Área

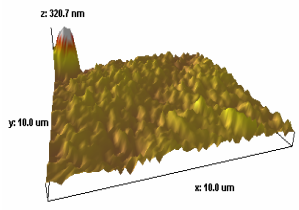



Fig.5 Imagen 3D

Para la imagen de TiN el histograma de alturas obtenido se muestra en la figura 6, en este caso el valor de paso de altura fue de 2.468 nm, y el factor de corrección fue 1.743; en la figura 7 se muestra el correspondiente perfil, aquí se tiene una rugosidad Ra de 2.22 nm y

una rugosidad Rq de 2.78 nm, para toda la imagen se obtuvo una rugosidad Ra de 2.33 nm y una rugosidad Rq de 3.00 nm. Para el análisis de las micro gotas se utilizo un nivel de detección de 3.39 nm en Z, un ancho mínimo de 4 nm, y una longitud máxima de 100 nm; obteniéndose 47 microgotas, con una altura media de 1.49 nm, una altura máxima de 2.27 nm, una longitud de 35.7 nm, y un ancho medio de 35.7 nm. Se pude observar la distribución de las microgotas sobre la imagen en la figura 8, al igual que se pueden observar los histogramas de área y longitud en la figura 9. Por último se tiene la imagen generada en 3D en la figura 10.

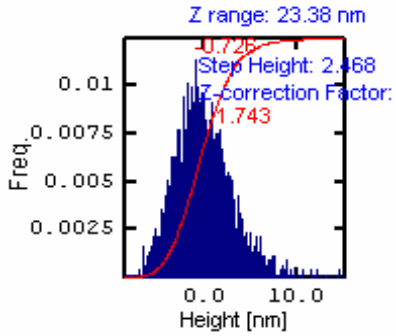



Fig.6 Histograma

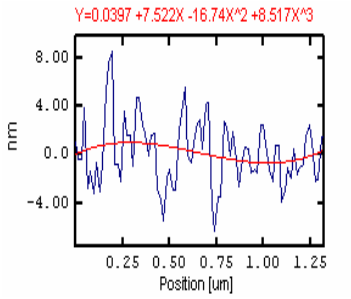



Fig 7 Perfil

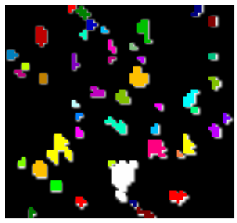


Fig. 8

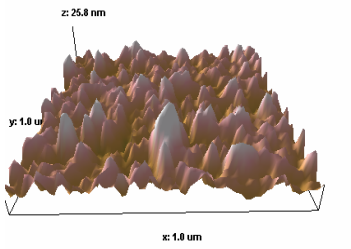
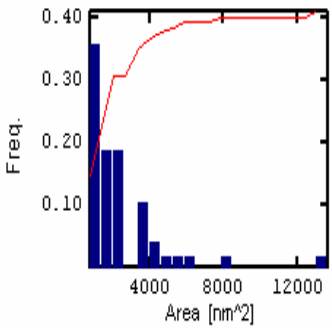



Fig. 10 Imagen en 3D



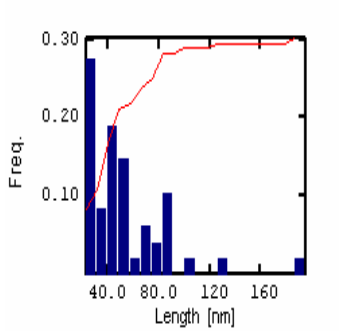




Fig. 9 Histogramas de Área y Longitud

## CONCLUSIONES

El procesamiento de imágenes de superficie en recubrimientos funcionales, obtenidas por técnicas de microscopía de barrido por sonda, permite tener valores representativos de parámetros tales como la rugosidad, número de microgotas, granos o poros, análisis fractal, entre otros; los cuales están íntimamente ligados características físicas que dominan su desempeño o aplicación.

Por lo anterior se observa la importancia de disminuir las distorsiones que se tienen al obtener las imágenes en AFM por ejemplo, mejorando la imagen y facilitando su interpretación. En este trabajo se ha hecho estimativo preliminar de la rugosidad y el número de microgotas en películas de Zr/ZrN y TiN obtenidas por procesos de plasma, es preciso destacar que los resultados mostrados, fueron calculados en áreas muy localizadas de la muestra ($^{o}100$ y $1\ mm^2$).

## REFERENCIAS

[1] J.Ebothe, S. Vilain, Surface Roughness and Morphology of Co-(Fe and Ni) Binary Alloy Electrodeposits Studied by Atomic Force Microscopy,J,Phys.D:Appl,Phys. 32 (1999) 2342 – 2353.

[2] M. Larsson, M. Bromark,Deposition and Mechanical Propereties of Multilayered PVD Ti-TiN,Surface and Coatings Technology 76—77 (1995)202-205.

[3] G. Arenas, J. Cruz,R. Duarte,Desarrollo de un Sistema Optimo para Medir Rugosidades,Revista Colombiana de Física 29 No. 2(1997) 443-446.

[4] Manual de Usuario del SPIP